

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年 3月 26日

出願番号 Application Number: 特願 2003-084741

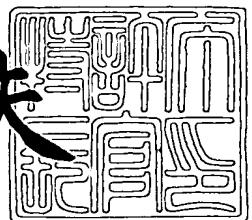
[ST. 10/C]: [J P. 2003-084741]

出願人 Applicant(s): 株式会社ニコン

2004年 3月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特 2004-3016186

【書類名】 特許願

【整理番号】 02-01624

【提出日】 平成15年 3月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 21/88

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
内

【氏名】 深澤 和彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
内

【氏名】 川島 泰登

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代理人】

【識別番号】 100072718

【弁理士】

【氏名又は名称】 古谷 史旺

【電話番号】 3343-2901

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013354

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9702957

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板検査システムおよび基板検査方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の被検査基板それぞれに対するマクロ検査を実施して、それぞれの前記被検査基板の欠陥の有無情報を出力する第1の検査装置と、前記第1の検査装置から出力された前記欠陥の有無情報を前記被検査基板ごとに記憶する記憶装置と、前記被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第2の検査装置とを備え、前記第2の検査装置は、前記記憶装置に記憶された前記欠陥の有無情報を参照して、前記複数の被検査基板のうち、前記欠陥の無い被検査基板で、前記検査を実施することを特徴とする基板検査システム。

【請求項 2】 複数の被検査基板それぞれに対するマクロ検査を実施して、それぞれの前記被検査基板の欠陥の分布情報を出力する第1の検査装置と、前記第1の検査装置から出力された前記欠陥の分布情報を前記被検査基板ごとに記憶する記憶装置と、前記被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第2の検査装置とを備え、前記第2の検査装置は、前記記憶装置に記憶された前記欠陥の分布情報を参照して、前記複数の被検査基板のうち、前記所定の部分に前記欠陥が分布していない被検査基板で、前記検査を実施することを特徴とする基板検査システム。

【請求項 3】 請求項1または請求項2に記載の基板検査システムにおいて、前記第2の検査装置は、前記被検査基板の表面に形成されているレジストパターンと下地パターンとの相対的なずれを測定することにより、前記検査を実施する、ことを特徴とする基板検査システム。

【請求項4】 複数の被検査基板それぞれに対するマクロ検査を実施して、それぞれの前記被検査基板の欠陥の分布情報および分類情報を出力する第1の検査装置と、

前記第1の検査装置から出力された前記欠陥の分布情報および分類情報を前記被検査基板ごとに記憶する記憶装置と、

前記被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第2の検査装置とを備え、

前記第2の検査装置は、前記記憶装置に記憶された前記欠陥の分布情報および分類情報を参照して、前記複数の被検査基板のうち、前記検査を実施すべき被検査基板を決定する

ことを特徴とする基板検査システム。

【請求項5】 請求項4に記載の基板検査システムにおいて、

前記第2の検査装置は、前記分類情報に含まれている前記欠陥の種類と当該第2の検査装置で検出可能な欠陥の種類との関連の度合いに応じて、前記検査を実施すべき被検査基板を決定する

ことを特徴とする基板検査システム。

【請求項6】 請求項4または請求項5に記載の基板検査システムにおいて、

前記第2の検査装置は、前記被検査基板の表面に形成されているレジストパターンの線幅を測定することにより、前記検査を実施する

ことを特徴とする基板検査システム。

【請求項7】 複数の被検査基板それぞれに対するマクロ検査を実施して、それぞれの前記被検査基板の欠陥の有無情報を出力する第1の検査工程と、

前記第1の検査工程で出力された前記欠陥の有無情報を前記被検査基板ごとに記憶する記憶工程と、

前記被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第2の検査工程とを備え、

前記第2の検査工程では、前記記憶工程で記憶された前記欠陥の有無情報を参照して、前記複数の被検査基板のうち、前記欠陥の無い被検査基板で、前記検査

を実施する

ことを特徴とする基板検査方法。

【請求項 8】 複数の被検査基板それぞれに対するマクロ検査を実施して、
それぞれの前記被検査基板の欠陥の分布情報を出力する第1の検査工程と、
前記第1の検査工程で出力された前記欠陥の分布情報を前記被検査基板ごとに
記憶する記憶工程と、
前記被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第2の検査工程とを備え

前記第2の検査工程では、前記記憶工程で記憶された前記欠陥の分布情報を参
照して、前記複数の被検査基板のうち、前記所定の部分に前記欠陥が分布してい
ない被検査基板で、前記検査を実施する

ことを特徴とする基板検査方法。

【請求項 9】 請求項7または請求項8に記載の基板検査方法において、
前記第2の検査工程では、前記被検査基板の表面に形成されているレジストパ
ターンと下地パターンとの相対的なずれを測定することにより、前記検査を実施
する

ことを特徴とする基板検査方法。

【請求項 10】 複数の被検査基板それぞれに対するマクロ検査を実施して
、それぞれの前記被検査基板の欠陥の分布情報および分類情報を出力する第1の
検査工程と、
前記第1の検査工程で出力された前記欠陥の分布情報および分類情報を前記被

検査基板ごとに記憶する記憶工程と、
前記被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第2の検査工程とを備え

前記第2の検査工程では、前記記憶工程で記憶された前記欠陥の分布情報およ
び分類情報を参照して、前記複数の被検査基板のうち、前記検査を実施すべき被
検査基板を決定する

ことを特徴とする基板検査方法。

【請求項 11】 請求項10に記載の基板検査方法において、

前記第2の検査工程では、前記分類情報に含まれている前記欠陥の種類と当該第2の検査工程で検出可能な欠陥の種類との関連の度合いに応じて、前記検査を実施すべき被検査基板を決定することを特徴とする基板検査方法。

【請求項12】 請求項10または請求項11に記載の基板検査方法において、

前記第2の検査工程では、前記被検査基板の表面に形成されているレジストパターンの線幅を測定することにより、前記検査を実施することを特徴とする基板検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体回路素子や液晶表示素子の製造工程において基板を検査する基板検査システムに関し、特に、リソグラフィー工程後の検査に好適な基板検査システムおよび基板検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、半導体回路素子や液晶表示素子の製造工程では、製造工程の時間的変動を監視したり、製造工程で発生した再生可能な不良品を検出したり、再生不可能な不良品を除去したりするために、基板（IC製造用のウエハや液晶製造用のガラス基板など）に対して様々な検査が実施されている。

【0003】

製造工程における様々な検査を大別すると、マクロ検査とミクロ検査とに分けることができる。マクロ検査とミクロ検査とは、基板の中で実際に検査を実施する領域の面積の比率（検査面積率）が大きく異なり、また、検査対象物のサイズや要求される検査精度も大きく異なる。

マクロ検査は、検査面積率が4%～100%であり、検査対象物のサイズが数100 μ m以上である。つまり、肉眼で見える程度の巨視的な欠陥（例えば異物やレジストパターンの傷など）を広い領域で検査するものである。これに対し、

ミクロ検査は、検査面積率が10-8%程度であり、検査精度が100nm～10nm以下である。つまり、肉眼では見ることのできない微視的な欠陥（例えばレジストパターンの線幅の異常など）をごく狭い領域で検査するものである。

【0004】

このため、マクロ検査とミクロ検査の各々の利点を生かし、マクロ検査は、基板の広い領域で検査したいときに、ミクロ検査は、基板を微細に検査したいときに、個別に実施されていた。特許文献1には、マクロ検査とミクロ検査をそれぞれ行う装置が記載されている。

【特許文献1】

特開2002-76077号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記した従来技術では、被検査基板の広い領域を対象とした検査と狭い領域を対象とした検査が個別に実施されるため、両方の検査の組み合わせによる1つの基板検査システムを考えたときに、この基板検査システムの中で両方の検査が効率的に運用されているとは限らなかった。

【0006】

本発明の目的は、被検査基板の広い領域を対象とした検査と狭い領域を対象とした検査とを効率良く運用できる基板検査システムおよび基板検査方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の基板検査システムは、複数の被検査基板それぞれに対するマクロ検査を実施して、それぞれの前記被検査基板の欠陥の有無情報を出力する第1の検査装置と、前記第1の検査装置から出力された前記欠陥の有無情報を前記被検査基板ごとに記憶する記憶装置と、前記被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第2の検査装置とを備え、前記第2の検査装置は、前記記憶装置に記憶された前記欠陥の有無情報を参照して、前記複数の被検査基板のうち、前記欠陥の無い被検査基板で、前記検査を実施するものである。

【0008】

請求項2に記載の基板検査システムは、複数の被検査基板それぞれに対するマクロ検査を実施して、それぞれの前記被検査基板の欠陥の分布情報を出力する第1の検査装置と、前記第1の検査装置から出力された前記欠陥の分布情報を前記被検査基板ごとに記憶する記憶装置と、前記被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第2の検査装置とを備え、前記第2の検査装置は、前記記憶装置に記憶された前記欠陥の分布情報を参照して、前記複数の被検査基板のうち、前記所定の部分に前記欠陥が分布していない被検査基板で、前記検査を実施するものである。

【0009】

請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の基板検査システムにおいて、前記第2の検査装置は、前記被検査基板の表面に形成されているレジストパターンと下地パターンとの相対的なずれを測定することにより、前記検査を実施するものである。

請求項4に記載の基板検査システムは、複数の被検査基板それぞれに対するマクロ検査を実施して、それぞれの前記被検査基板の欠陥の分布情報および分類情報を出力する第1の検査装置と、前記第1の検査装置から出力された前記欠陥の分布情報および分類情報を前記被検査基板ごとに記憶する記憶装置と、前記被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第2の検査装置とを備え、前記第2の検査装置は、前記記憶装置に記憶された前記欠陥の分布情報および分類情報を参照して、前記複数の被検査基板のうち、前記検査を実施すべき被検査基板を決定するものである。

【0010】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の基板検査システムにおいて、前記第2の検査装置は、前記分類情報に含まれている前記欠陥の種類と当該第2の検査装置で検出可能な欠陥の種類との関連の度合いに応じて、前記検査を実施すべき被検査基板を決定するものである。

請求項6に記載の発明は、請求項4または請求項5に記載の基板検査システムにおいて、前記第2の検査装置は、前記被検査基板の表面に形成されているレジ

ストパターンの線幅を測定することにより、前記検査を実施するものである。

【0011】

請求項 7 に記載の基板検査方法は、複数の被検査基板それぞれに対するマクロ検査を実施して、それぞれの前記被検査基板の欠陥の有無情報を出力する第 1 の検査工程と、前記第 1 の検査工程で出力された前記欠陥の有無情報を前記被検査基板ごとに記憶する記憶工程と、前記被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第 2 の検査工程とを備え、前記第 2 の検査工程では、前記記憶工程で記憶された前記欠陥の有無情報を参照して、前記複数の被検査基板のうち、前記欠陥の無い被検査基板で、前記検査を実施するものである。

【0012】

請求項 8 に記載の基板検査方法は、複数の被検査基板それぞれに対するマクロ検査を実施して、それぞれの前記被検査基板の欠陥の分布情報を出力する第 1 の検査工程と、前記第 1 の検査工程で出力された前記欠陥の分布情報を前記被検査基板ごとに記憶する記憶工程と、前記被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第 2 の検査工程とを備え、前記第 2 の検査工程では、前記記憶工程で記憶された前記欠陥の分布情報を参照して、前記複数の被検査基板のうち、前記所定の部分に前記欠陥が分布していない被検査基板で、前記検査を実施するものである。

【0013】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 7 または請求項 8 に記載の基板検査方法において、前記第 2 の検査工程では、前記被検査基板の表面に形成されているレジストパターンと下地パターンとの相対的なずれを測定することにより、前記検査を実施するものである。

請求項 10 に記載の基板検査方法は、複数の被検査基板それぞれに対するマクロ検査を実施して、それぞれの前記被検査基板の欠陥の分布情報および分類情報を出力する第 1 の検査工程と、前記第 1 の検査工程で出力された前記欠陥の分布情報および分類情報を前記被検査基板ごとに記憶する記憶工程と、前記被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第 2 の検査工程とを備え、前記第 2 の検査工程では、前記記憶工程で記憶された前記欠陥の分布情報および分類情報を参

照して、前記複数の被検査基板のうち、前記検査を実施すべき被検査基板を決定するものである。

【0014】

請求項11に記載の発明は、請求項10に記載の基板検査方法において、前記第2の検査工程では、前記分類情報に含まれている前記欠陥の種類と当該第2の検査工程で検出可能な欠陥の種類との関連の度合いに応じて、前記検査を実施すべき被検査基板を決定するものである。

請求項12に記載の発明は、請求項10または請求項11に記載の基板検査方法において、前記第2の検査工程では、前記被検査基板の表面に形成されているレジストパターンの線幅を測定することにより、前記検査を実施するものである。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明の実施形態を詳細に説明する。

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態は、請求項1～請求項3に対応する。

第1実施形態の基板検査システム10は、図1に示すように、自動マクロ検査装置11と検査データ記憶装置12と重ね合わせ測定装置13とで構成され、自動マクロ検査装置11と検査データ記憶装置12とが不図示の通信手段を介して接続され、同様に、検査データ記憶装置12と重ね合わせ測定装置13も不図示の通信手段を介して接続され、全体としてネットワークを形成している。

【0016】

この基板検査システム10は、半導体回路素子の製造工程において、製造工程の時間的変動を監視したり、製造工程で発生した再生可能な不良品を検出したり、再生不可能な不良品を除去したりするために、IC製造用のウエハ14(1)～14(n)に対してマクロ検査と重ね合わせ検査とを実施するものである（詳細は後述する）。

【0017】

検査対象のウエハ14(1)～14(n)（被検査基板）は、1つのカセット16

内に水平な状態で格納され、垂直方向に並べられている。ここでは、上の段に格納されたウエハから順に“14(1)”～“14(n)”の符号を付した。“n”は2以上の整数（例えば25）である。また、ウエハ14(1)～14(n)は、リソグラフィー工程を経た後の状態にある。

【0018】

ちなみに、リソグラフィー工程では、ウエハ14(1)～14(n)の表面にレジスト膜が塗布され、このレジスト膜にマスク（レチクル）の回路パターンが露光され、さらに、レジスト膜の露光部分または未露光部分が現像される。このため、リソグラフィー工程後のウエハ14(1)～14(n)は、その表面にレジストパターンが形成された状態となっている。

【0019】

リソグラフィー工程によりレジストパターンが表面に形成されたウエハ14(1)～14(n)は、基板検査システム10において、カセット16内に格納された状態で、不図示の搬送手段により、まず初めに自動マクロ検査装置11（第1の検査装置）へ搬送され、その次に重ね合わせ測定装置13（第2の検査装置）へ搬送される。

【0020】

詳細は後述するが、自動マクロ検査装置11は、ウエハ14(1)～14(n)それぞれに対するマクロ検査を実施する。また、重ね合わせ測定装置13は、ウエハ14(1)～14(n)のサンプリング領域に対する重ね合わせ検査を実施する。つまり、基板検査システム10における検査は、“広い領域を対象とした検査（マクロ検査）”→“狭い領域を対象とした検査（重ね合わせ検査）”の順に実施される。

【0021】

なお、自動マクロ検査装置11と重ね合わせ測定装置13は、カセット16が搬送されてくると、そのカセット16内から1枚ずつウエハ14(j)を取り出して所定の検査を実施する（j=1～n）。そして検査が終了したウエハ14(j)を再びカセット16内に格納する。

さて、自動マクロ検査装置11は、ウエハ14(1)～14(n)のうち任意のウ

エハ14(j)の広い領域を照明すると共に、ウエハ14(j)から発生する回折光や反射光などに基づいてウエハ14(j)の像を撮像する（例えば特開平11-72443号公報）。そして、得られたウエハ画像に対して画像処理を行ったり、ウエハ画像の光量をモニタしたりすることで、ウエハ14(j)のマクロ欠陥14a(j)（図2）を自動的に検出する。自動マクロ検査装置11による検査面積率は、4%～100%である。

【0022】

自動マクロ検査装置11によって検出されるマクロ欠陥14a(j)とは、ウエハ14(j)の表面に付着した異物、レジストパターンの傷、レジスト膜の塗布むら、露光時のデフォーカスによる膜厚むらや断面形状の異常などである。つまり、マクロ欠陥14a(j)は、肉眼で見える程度の巨視的な欠陥である（サイズは数100μm以上）。

【0023】

さらに、自動マクロ検査装置11は、ウエハ14(j)から検出したマクロ欠陥14a(j)の分布情報を自動的に電子情報化してマクロ欠陥マップ15(j)を生成し、このマクロ欠陥マップ15(j)を自動的に出力する。マクロ欠陥マップ15(j)には、検出されたマクロ欠陥14a(j)のウエハ14(j)上での座標や面積に関する情報が含まれている。

【0024】

なお、マクロ欠陥14a(j)の検出およびマクロ欠陥マップ15(j)の生成は、自動マクロ検査装置11に搬送されてきたカセット16内の全てのウエハ14(1)～14(n)それについて順に行われる（全数検査）。そして、得られたマクロ欠陥マップ15(1)～15(n)は、ウエハ14(1)～14(n)が格納されているカセット16の番号およびカセット16内の段の番号と共に出力される。出力先は検査データ記憶装置12である。

【0025】

次に、検査データ記憶装置12について説明する。検査データ記憶装置12は、自動マクロ検査装置11から出力されたマクロ欠陥マップ15(1)～15(n)，カセット16の番号，カセット16内の段の番号を不図示の通信手段を介し

て取り込み、マクロ欠陥マップ15(1)～15(n)のそれぞれに適切なID番号を付けて記憶するデータサーバである。ID番号は、カセット16の番号およびカセット16内の段の番号からマクロ欠陥マップ15(1)～15(n)を特定するときに参照される。

【0026】

このようにして、ウエハ14(1)～14(n)ごとのマクロ欠陥マップ15(1)～15(n)が検査データ記憶装置12に記憶される一方で、自動マクロ検査装置11によるマクロ検査を終えたウエハ14(1)～14(n)は、カセット16に格納された状態で重ね合わせ測定装置13に向けて搬送される。そして、重ね合わせ測定装置13によってウエハ14(1)～14(n)に対する重ね合わせ検査が実施される。

【0027】

重ね合わせ測定装置13は、カセット16に格納されたウエハ14(1)～14(n)のうち重ね合わせ検査に適したウエハ14(j)を後述の方法によって選別した後、そのウエハ14(j)のごく狭い領域を照明すると共に、ウエハ14(j)から発生する反射光などに基づいてウエハ14(j)の像を撮像する。そして、得られたウエハ画像に対して画像処理を行うことで、ウエハ14(j)の表面に形成されているレジストパターンと下地パターンとの相対的なずれ(重ね合わせずれ)を自動的に測定する。

【0028】

重ね合わせ測定装置13の検査精度は、100nm～10nm以下である。さらに、重ね合わせ測定装置13による検査面積率は10⁻⁸程度であり、この検査面積率に応じて経験的に、複数のサンプリング領域13a(図3(a))がウエハ14(j)の検査領域として予め用意されている。サンプリング領域13aは、請求項の「所定の部分」に対応する。

【0029】

重ね合わせ測定装置13によって検出される欠陥の種類(レジストパターンの重ね合わせずれの異常)は、肉眼では見ることのできない微視的なものである。また、この欠陥の種類(レジストパターンの重ね合わせずれの異常)は、上記し

た自動マクロ検査装置11によって検出されるマクロ欠陥14a(j)の種類（異物やレジストパターンの傷など）と関連がない。つまり、マクロ欠陥14a(j)が重ね合わせずれの変動に直接的な因果関係をもつことはない。

【0030】

しかし、仮に、重ね合わせ測定装置13による検査領域（ウエハ14(j)のサンプリング領域13a）にマクロ欠陥14a(j)が存在すると（図3(b)参照）、重ね合わせ測定装置13の測定結果に何らかの変化が生じたり、正常な重ね合わせ測定ができなかったりする。

このような事態を避けるため、重ね合わせ測定装置13は、図4の処理（ステップS10～S16）を順に実行して、カセット16に格納されたウエハ14(1)～14(n)のうち重ね合わせ検査に適したウエハ14(j)を選別した後、ウエハ14(j)のサンプリング領域13a（図3(a)）に対する重ね合わせ検査を実施する。

【0031】

図4を参照して重ね合わせ測定装置13の具体的な動作説明を行う。

重ね合わせ測定装置13は、ステップS10において、搬送されてきたカセット16内のウエハ14(1)～14(n)のうち、上から1段目に格納されているウエハ14(1)を1回目の処理対象に指定し、続くステップS11～S14の処理を実行する。

【0032】

ステップS11では、ウエハ14(1)が格納されているカセット16の番号およびカセット16内での段の番号に基づいて、検査データ記憶装置12に記憶されている各々のウエハ欠陥マップのID番号を参照することで、ウエハ14(1)に対応するマクロ欠陥マップ15(1)を特定し、これを不図示の通信手段を介して取り込む。

【0033】

ステップS12では、取り込んだマクロ欠陥マップ15(1)を参照して、ウエハ14(1)にマクロ欠陥（図2の14a(j)参照）があるかないかを判断する。そして、マクロ欠陥がない場合には（S12がNo）、ステップS13に進み、

マクロ欠陥マップ15(1)に対応するウエハ14(1)をカセット16内の1段目から取り出し、予め用意されたサンプリング領域13a(図3(a)参照)で重ね合わせ検査を実施する。

【0034】

また、マクロ欠陥がある場合には(S12がYes)、ステップS14に進み、マクロ欠陥の分布領域とサンプリング領域13aとが重なっているか否かを判断する。そして、マクロ欠陥の分布領域とサンプリング領域13aとが全く重なっていない場合は(S14がNo)、ステップS13に進み、上記と同様にウエハ14(1)のサンプリング領域13a(図3(c)参照)で重ね合わせ検査を実施する。

【0035】

一方、図3(b)に示すように、マクロ欠陥(14a(j)参照)の分布領域とサンプリング領域13aとが少しでも重なっている場合には(S14がYes)、ウエハ14(1)のサンプリング領域13aに対する重ね合わせ検査を行っても正確な結果が得られない。このため、重ね合わせ検査を実施せず、次のステップS15に進む。

【0036】

ステップS15では、重ね合わせ検査が実施されたウエハ(つまりステップS13の処理を経たウエハ)の総数が、所定枚数mに達したか否かを判断する($m < n$)。カセット16内に格納されているウエハはn枚だが、このうち重ね合わせ検査を実施すべき枚数mは予め全数nより少なく定められている。つまり一般的に重ね合わせ検査はカセット16内的一部のウエハに対して実施される(抜き取り検査)。なお、重ね合わせ検査が実施されるウエハは、サンプリング領域13aにマクロ欠陥が分布していないウエハである。

【0037】

ステップS15の判断の結果、検査済みウエハの総数が所定枚数mより少ない場合(S15がNo)、重ね合わせ測定装置13は、ステップS16を経て、ステップS11へ戻る。そして今度は、カセット16の上から2段目に格納されているウエハ14(2)を2回目の処理対象に指定し、上記と同様の処理(ステップ

S11～S15) を行う。

【0038】

ステップS11～S16の処理は、ステップS15の判断の結果、検査済みウエハの総数が所定枚数mに達するまで (S15がYes) 、処理対象のウエハを変更しながら繰り返し行われる。そして、検査済みウエハの総数が所定枚数mに達すると、そのカセット16に対する重ね合わせ検査を終了する。

このようにして重ね合わせ測定工程が終了すると、次に、上記のマクロ検査および重ね合わせ検査の結果に基づいて、カセット16単位で良否判定がなされる。そして、例えば正常だと判定されたカセット16は次工程（加工工程）へ送られ、不良と判定されたカセット16は再生工程へ送られ、再生不可能なカセット16は廃棄される。

【0039】

上記したように、第1実施形態の基板検査システム10では、自動マクロ検査装置11で検出されたマクロ欠陥14a(j)の分布領域において、重ね合わせ測定装置13による検査を実施しない。つまり、マクロ欠陥14a(j)の分布領域を避けて、重ね合わせ測定装置13による検査を実施できる。

このため、常に、ウエハ14(j)の表面に付着した異物やレジストパターンの傷など (マクロ欠陥14a(j)) の影響を受けることなく、正確にレジストパターンの重ね合わせずれを測定できる。したがって、レジストパターンの重ね合わせずれの異常も正確に検出でき、信頼性が向上する。

【0040】

さらに、カセット16の重ね合わせ検査に適した検査領域 (サンプリング領域13a) をウエハ単位で取捨選択し、マクロ欠陥14a(j)の分布領域で重ね合わせ検査を実施してしまうといった無駄を確実に省くことができるため、重ね合わせ測定装置13による正確な検査を効率良く実施することが可能となる。

また、重ね合わせ測定装置13による検査を、製造工程の時間的変動を監視するプロセスマニターとして実施する場合、重ね合わせ測定装置13がモニターしているプロセス変動 (重ね合わせずれの変動) と直接的な因果関係のない突発的な不良が発生しても、その影響を受けることのない (プロセス変動の特異点を避

けた) 正確で効率的なプロセスモニターが可能となる。

【0041】

なお、上記した第1実施形態では、自動マクロ検査装置11がマクロ欠陥14a(j)の分布情報に関するマクロ欠陥マップ15(j)を出力し、重ね合わせ測定装置13が重ね合わせ検査を実施する前にマクロ欠陥マップ(j)を参照する例で説明したが、本発明はこの例に限定されない。

例えば、マクロ欠陥14(j)の“有無情報”を自動マクロ検査装置11が出力し、この“有無情報”を検査データ記憶装置12に記憶させ、重ね合わせ測定装置13が重ね合わせ検査を実施する前に“有無情報”を参照するようにしても構わない。この場合の重ね合わせ測定装置13は、図4のステップS14を省略した手順で動作する。したがって、カセット16内のウエハ14(1)～14(n)のうち、マクロ欠陥14(j)の無いウエハ14(j)のみで、重ね合わせ検査が実施される。

【0042】

さらに、上記した第1実施形態では、重ね合わせ測定装置13を用いた基板検査システム10の例を説明したが、本発明はこの構成に限定されない。自動マクロ検査装置11によって検出されるマクロ欠陥14aの種類と関連がない欠陥を検出可能な検査装置であれば、重ね合わせ測定装置13に代えて用いることができる。この場合にも、上記と同様の効果を奏する。

【0043】

(第2実施形態)

本発明の第2実施形態は、請求項4～請求項6に対応する。

第2実施形態の基板検査システム30は、図5に示すように、上記の自動マクロ検査装置11に代えて自動マクロ検査装置31(第1の検査装置)を設け、上記の重ね合わせ測定装置13に代えて線幅測定装置33(第2の検査装置)を設けたものであり、カセット16内のウエハ14(1)～14(n)に対してマクロ検査と線幅検査とを順に実施する。線幅検査は、狭い領域を対象とした検査である。自動マクロ検査装置31の基本的な構成は、上記の自動マクロ検査装置11と同じである。

【0044】

自動マクロ検査装置31は、上記の自動マクロ検査装置11と同様にウエハ14(j)（図6）のマクロ欠陥14b(j)～14d(j)を自動的に検出する際、ウエハ画像に現れるパターンの特徴や光量に基づいて、マクロ欠陥14b(j)～14d(j)の分類も併せて自動的に行う。

例えば、ウエハ14(j)の表面に付着した異物（マクロ欠陥14b(j)）は、ウエハ画像の中で小さく光る点となる。レジスト膜の塗布むら（マクロ欠陥14c(j)）は、ウエハ画像の中で中心から外側に向かって尾を引くようなコメット状となる。露光時のデフォーカスによる膜厚むらや断面形状の異常（マクロ欠陥14d(j)）は、ショット単位で明るくなったり暗くなったりする。

【0045】

このように、ウエハ14(j)のマクロ欠陥14b(j)～14d(j)の種類ごとに、ウエハ画像の中に現れるパターンの特徴や光量が異なるため、これらの特徴などを自動マクロ検査装置31内に予め記憶しておき、マクロ欠陥14b(j)～14d(j)の検出時に参照することで、自動欠陥分類を行うことができる。

そして、自動マクロ検査装置31は、ウエハ14(j)から検出したマクロ欠陥14b(j)～14d(j)の分布情報および分類情報を自動的に電子情報化してマクロ欠陥マップ35(j)を生成し、このマクロ欠陥マップ35(j)を自動的に出力する。マクロ欠陥マップ35(j)には、検出されたマクロ欠陥14b(j)～14d(j)のウエハ14(j)上での座標や面積に関する情報と種類に関する情報とが含まれている。

【0046】

なお、マクロ欠陥14b(j)～14d(j)の検出や分類およびマクロ欠陥マップ35(j)の生成は、自動マクロ検査装置31に搬送されてきたカセット16内の全てのウエハ14(1)～14(n)それぞれについて順に行われる（全数検査）。

そして、得られたマクロ欠陥マップ35(1)～35(n)は、ウエハ14(1)～14(n)が格納されているカセット16の番号およびカセット16内の段の番号と共に出力され、不図示の通信手段を介して検査データ記憶装置12に取り込

まれる。検査データ記憶装置12内では、マクロ欠陥マップ35(1)～35(n)のそれぞれに適切なID番号が付けられる。

【0047】

一方、自動マクロ検査装置31によるマクロ検査を終えたウエハ14(1)～14(n)は、カセット16に格納された状態で線幅測定装置33に向けて搬送される。そして、線幅測定装置33によってウエハ14(1)～14(n)に対する線幅検査が実施される。

線幅測定装置33は、カセット16に格納されたウエハ14(1)～14(n)のうち線幅検査に適したウエハ14(j)を後述の方法によって選別した後、そのウエハ14(j)のごく狭い領域を照明すると共に、ウエハ14(j)から発生する反射光などに基づいてウエハ14(j)の像を撮像する。そして、得られたウエハ画像に対して画像処理を行うことで、ウエハ14(j)の表面に形成されているレジストパターンの線幅を自動的に測定する。線幅測定装置33の検査精度は、10nm～10nm以下である。線幅測定装置33による検査面積率は10-8%程度である。

【0048】

線幅測定装置33によって検出される欠陥の種類（レジストパターンの線幅の異常）は、肉眼では見ることのできない微視的なものである。また、この欠陥の種類（レジストパターンの線幅の異常）は、上記した自動マクロ検査装置31によって検出されるマクロ欠陥14b(j)～14d(j)の種類と関連があり、特に、露光時のデフォーカスによる膜厚むらや断面形状の異常（マクロ欠陥14d(j)）と関連が深い。つまり、デフォーカスによるマクロ欠陥14d(j)は、レジストパターンの線幅の異常に直接的な因果関係をもつことがある。

【0049】

このため、線幅測定装置33は、図7の処理（ステップS30～S36）を順に実行し、カセット16内のウエハ14(1)～14(n)のうち線幅検査に適したウエハ14(j)を選別した後で、ウエハ14(j)に対する線幅検査を実施する。図7のステップS30～S32, S35, S36は、上述した図4のステップS10～S12, S15, S16と同様であるため、詳細な説明を省略する。

【0050】

線幅測定装置33は、検査データ記憶装置12からウエハ欠陥マップ35(i)を取り込み(S31)、マクロ欠陥14b(i)～14d(i)があるかないかを判断し(S32)、「ある」場合(S32がYes)にはステップS33に進み、それらの種類が露光時のデフォーカスによるマクロ欠陥14d(i)であるか否かを判断する。

【0051】

この判断の結果、デフォーカスによるマクロ欠陥14d(i)を含む場合(S33がYes)は、ステップS34に進み、ウエハ欠陥マップ35(i)に対応するウエハ14(i)をカセット16から取り出し、デフォーカスによるマクロ欠陥14d(i)の分布領域(図6参照)で線幅検査を実施する。第2実施形態では、マクロ欠陥14d(i)の分布領域が、請求項「所定の部分」に対応する。

【0052】

一方、ウエハ14(i)にマクロ欠陥(14b～14d)が存在しない場合(S32がNo)、または、デフォーカスによるマクロ欠陥14d(i)が存在しない場合(S33がNo)に、線幅測定装置33は、ステップS34の処理を実行せず(つまりウエハ14(i)に対する線幅検査を実施せず)、次のステップS35に進む。

【0053】

ステップS35では、線幅検査が実施されたウエハ(つまりステップS34の処理を経たウエハ)の総数が、所定枚数kに達したか否かを判断する($k < n$)。カセット16内に格納されているウエハはn枚だが、このうち線幅検査を実施すべき枚数kは全数nより少ない(抜き取り検査)。なお、線幅検査を実施すべきウエハは、ウエハ欠陥マップ35(i)を参照して決定される。

【0054】

ステップS31～S36の処理は、ステップS35の判断の結果、検査済みウエハの総数が所定枚数kに達するまで(S35がYes)、処理対象のウエハを変更しながら繰り返し行われる。そして、検査済みウエハの総数が所定枚数kに達すると、そのカセット16に対する線幅検査を終了する。

このようにして線幅測定工程が終了すると、次に、上記のマクロ検査および線幅検査の結果に基づいて、カセット16単位で良否判定がなされる。そして、例えば正常だと判定されたカセット16は次工程（加工工程）へ送られ、不良と判定されたカセット16は再生工程へ送られ、再生不可能なカセット16は廃棄される。

【0055】

上記したように、第2実施形態の基板検査システム30では、自動マクロ検査装置31で検出されたマクロ欠陥の種類を参照し、線幅検査を実施すべきウエハを決定する。具体的には、線幅測定装置33で検出可能な欠陥の種類（レジストパターンの線幅の異常）と関連の度合いが深いマクロ欠陥（例えば露光時のデフォーカスによるマクロ欠陥14d）を有するウエハが、線幅検査を実施すべきウエハとして決定される。

【0056】

このため、デフォーカスによるマクロ欠陥14dが検出されたショット領域で効率良く線幅検査を実施することができる。また、デフォーカスによるマクロ欠陥14dの詳細な線幅測定が可能となり、デフォーカスによってレジストパターンの線幅が正常値から何nm変化したかを定量的に把握することができる。さらに、予め用意されたサンプリング領域での線幅測定だけでは見逃されていた欠陥（線幅の異常）も検出することができ、信頼性が向上する。

【0057】

なお、デフォーカスによるマクロ欠陥14dが検出されたショット領域での線幅検査に加えて、予め用意された複数のサンプリング領域13a（図3(a)）での線幅検査を実施しても構わない。ただし、線幅測定装置33によって検出可能な欠陥（線幅の異常）とは関連の薄いマクロ欠陥14b（異物）やマクロ欠陥14c（レジスト塗布むら）がサンプリング領域13aに存在する場合は、そのサンプリング領域13aでの線幅検査を実施しないようにするのが好ましい。これにより線幅検査を効率良く実施することができる。

【0058】

また、線幅測定装置33による検査をプロセスモニターとして実施する場合、

線幅測定装置33がモニターしているプロセス変動（レジストパターンの線幅の変動）と直接的な因果関係のない突発的な不良が発生しても、その影響を受けることのない（プロセス変動の特異点を避けた）効率的なプロセスモニターが可能となる。

【0059】

さらに、上記した第2実施形態では、線幅測定装置33を用いた基板検査システム30を説明したが、本発明はこの構成に限定されない。自動マクロ検査装置31によって検出されるマクロ欠陥(14b～14d)の種類と関連がある欠陥を検出可能な検査装置であれば、線幅測定装置33に代えて用いることができる。この場合にも、上記と同様の効果を奏する。

【0060】

例えば、レジストパターンの断面形状を測定する断面形状測定装置を上記の線幅測定装置33に代えて用いた場合、この断面形状測定装置によって検出可能な欠陥の種類（断面形状の異常）は、露光時のデフォーカスによるマクロ欠陥14dと関連が深いため、このマクロ欠陥14dの分布領域で、断面形状測定を実施すれば良い。これにより、デフォーカスによるマクロ欠陥14dの詳細な断面形状測定が可能となり、デフォーカスによってレジストパターンの断面形状がどのように変化したかを把握することもできる。

【0061】

さらに、レジスト膜厚を測定する膜厚測定装置を上記の線幅測定装置33に代えて用いた場合、この膜厚測定装置によって検出可能な欠陥の種類（膜厚の異常）は、レジスト膜の塗布むら（マクロ欠陥14c）やデフォーカスによるマクロ欠陥14dと関連が深いため、これらマクロ欠陥14c, 14dの分布領域で、膜厚測定を実施すれば良い。これにより、レジスト膜の塗布むら（14c）やデフォーカスによるマクロ欠陥14dの詳細な膜厚測定が可能となり、その膜厚が好ましい厚さに対して何nm変化したかを把握することもできる。

【0062】

また、基板表面の異物を検査する表面異物検査装置を上記の線幅測定装置33に代えて用いた場合、この表面異物検査装置によって検出可能な欠陥の種類（異

物) は、ウエハ 14 の表面に付着した異物(マクロ欠陥 14 b)と関連が深いため、このマクロ欠陥 14 b の分布領域で、異物検査を実施すれば良い。これにより、その異物を構成する物質を特定したり、大きさが何 μ m かを把握することもできる。

【0063】

さらに、線幅測定装置 33 と、断面形状測定装置と、膜厚測定装置と、表面異物検査装置とを組み合わせて用いることもできる。この場合、自動マクロ検査装置 31 によって検出されたマクロ欠陥に対し自動欠陥分類(異物、塗布不良、デフォーカス)を行うことで、欠陥種別に応じた線幅検査、断面形状検査、膜厚検査、異物検査を効率良く実施することが可能となる。

【0064】

また、第1実施形態で説明した重ね合わせ測定装置 13 と、第2実施形態で説明した線幅測定装置 33 や断面形状測定装置などを組み合わせて用いることもできる。その他、顕微鏡装置や、パターン欠陥を検査するパターン欠陥検査装置、基板の平面形状の測定を行う平坦度測定装置を組み合わせてもよい。顕微鏡装置には、例えば、光学顕微鏡、電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、近接場光学顕微鏡などを用いることができる。

【0065】

このようにして複数の検査装置(13, 33, ...)を組み合わせた基板検査システムでは、自動マクロ検査装置により検出されたマクロ欠陥の分布情報および分類情報(マクロ欠陥マップ)を検査データ記憶装置 12 に記憶させ、このマクロ欠陥マップを複数の検査装置(13, 33, ...)で共有するため、各種検査を効率良く実施することができる。

【0066】

さらに、上記した実施形態では、半導体回路素子の製造工程において IC 製造用のウエハを検査する例を説明したが、本発明は、液晶表示素子の製造工程において液晶製造用のガラス基板を検査する場合にも同じように適用できる。

【0067】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、被検査基板の広い領域を対象とした検査と狭い領域を対象とした検査とを効率良く運用することができるため、コスト増加を抑えつつ信頼性の高い検査を実施することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1実施形態の基板検査システム10の構成を示すブロック図である。

【図2】

ウエハ14(j)におけるマクロ欠陥14a(j)を説明する図である。

【図3】

予め用意されたサンプリング領域13aを説明する図である。

【図4】

重ね合わせ測定工程の具体例を示すフローチャートである。

【図5】

第2実施形態の基板検査システム30の構成を示すブロック図である。

【図6】

ウエハ14のマクロ欠陥の自動分類を説明する図である。

【図7】

線幅測定工程の具体例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

10, 30 基板検査システム

11, 31 自動マクロ検査装置

12 検査データ記憶装置

13 重ね合わせ測定装置

13a サンプリング領域

14 ウエハ

14a, 14b, 14c, 14d マクロ欠陥

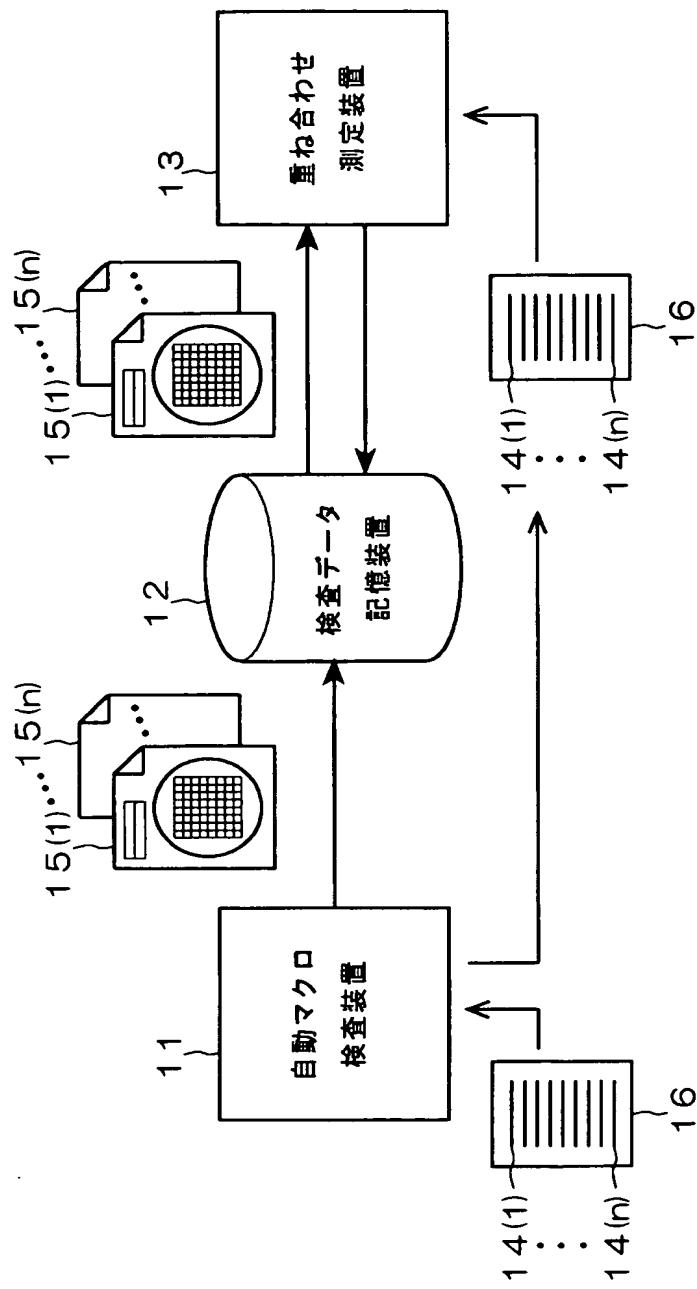
15, 35 ウエハ欠陥マップ

33 線幅測定装置

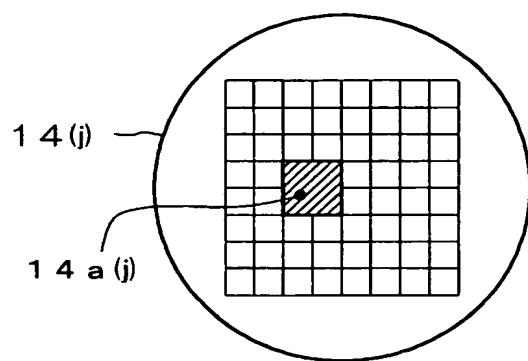
【書類名】

図面

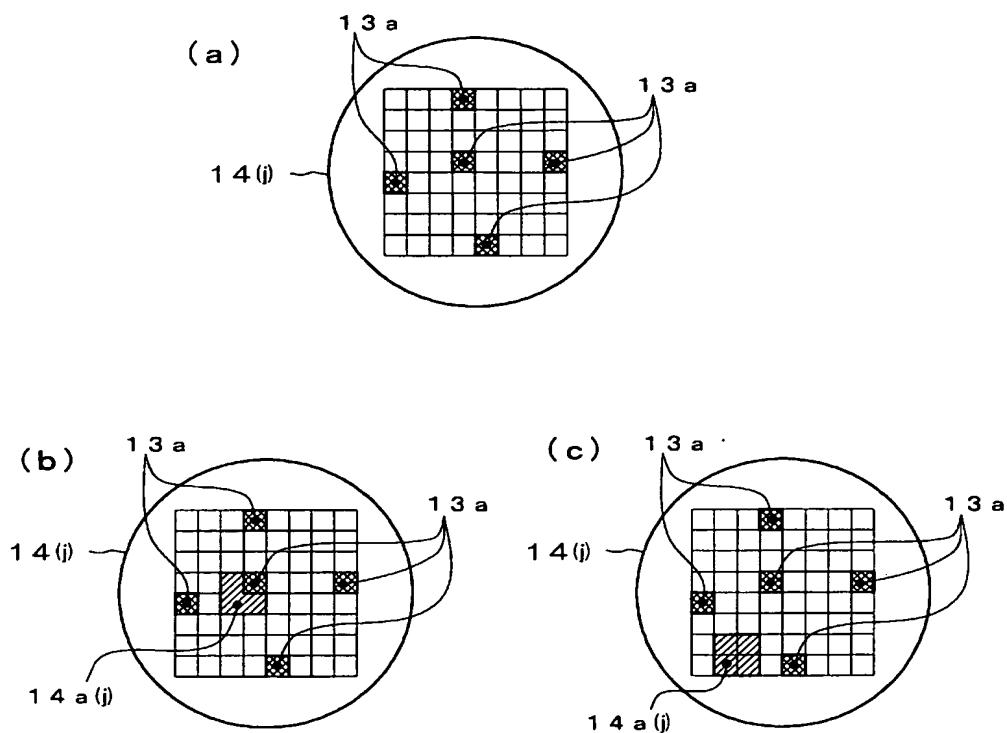
【図 1】

10(基板検査システム)

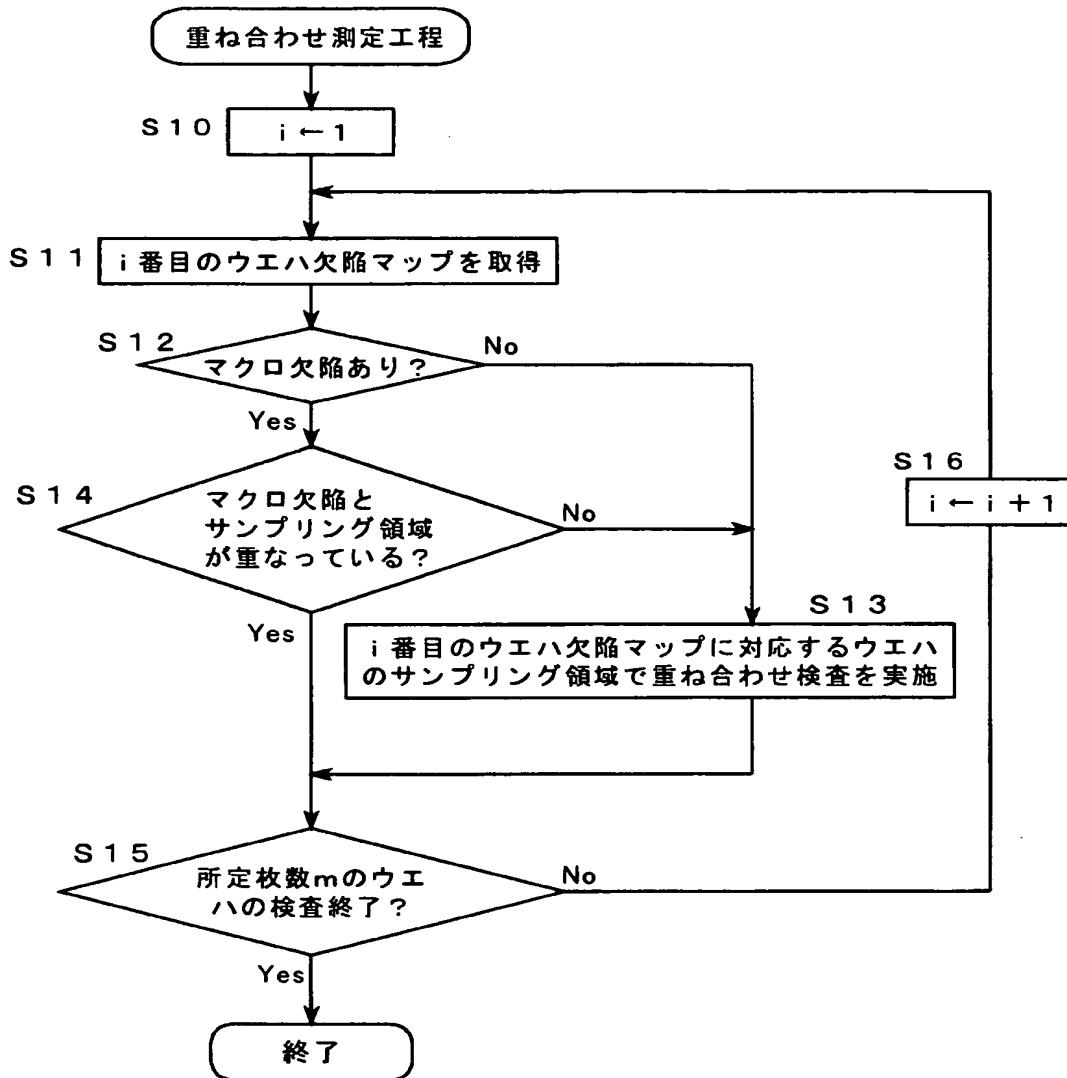
【図2】



【図3】

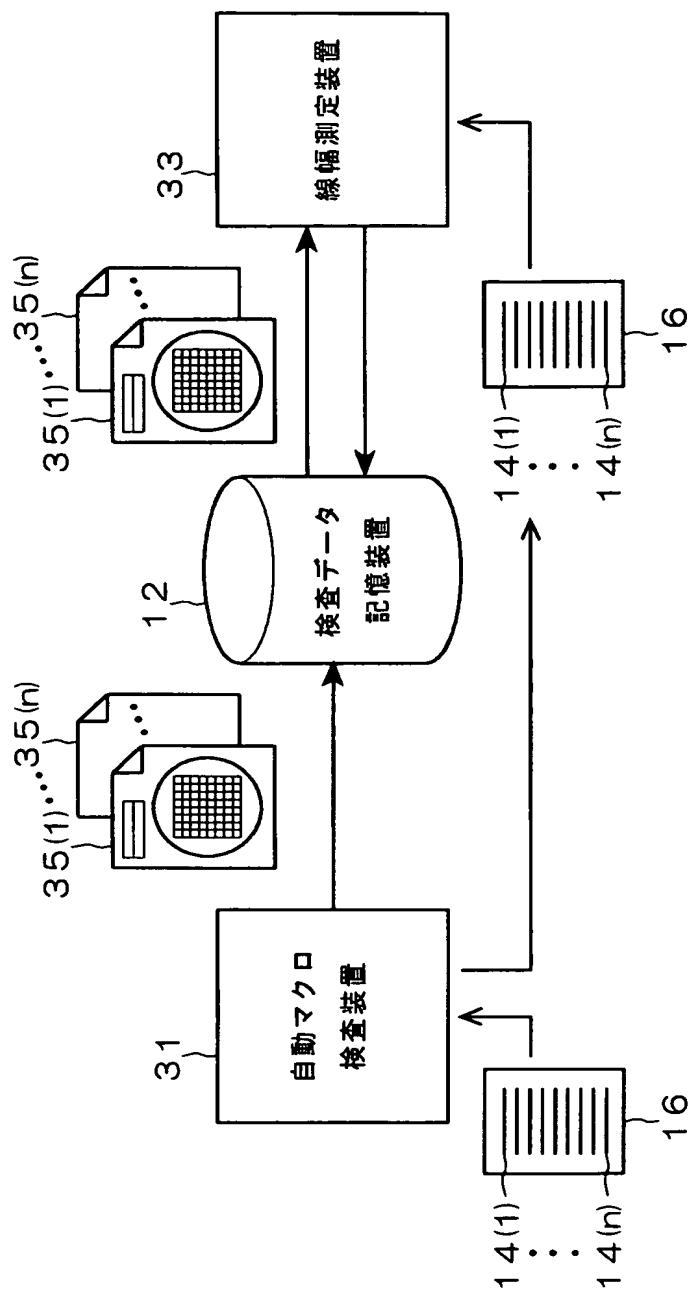


【図4】

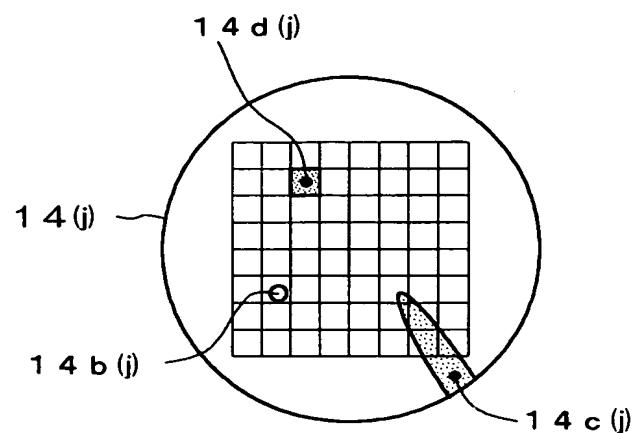


【図 5】

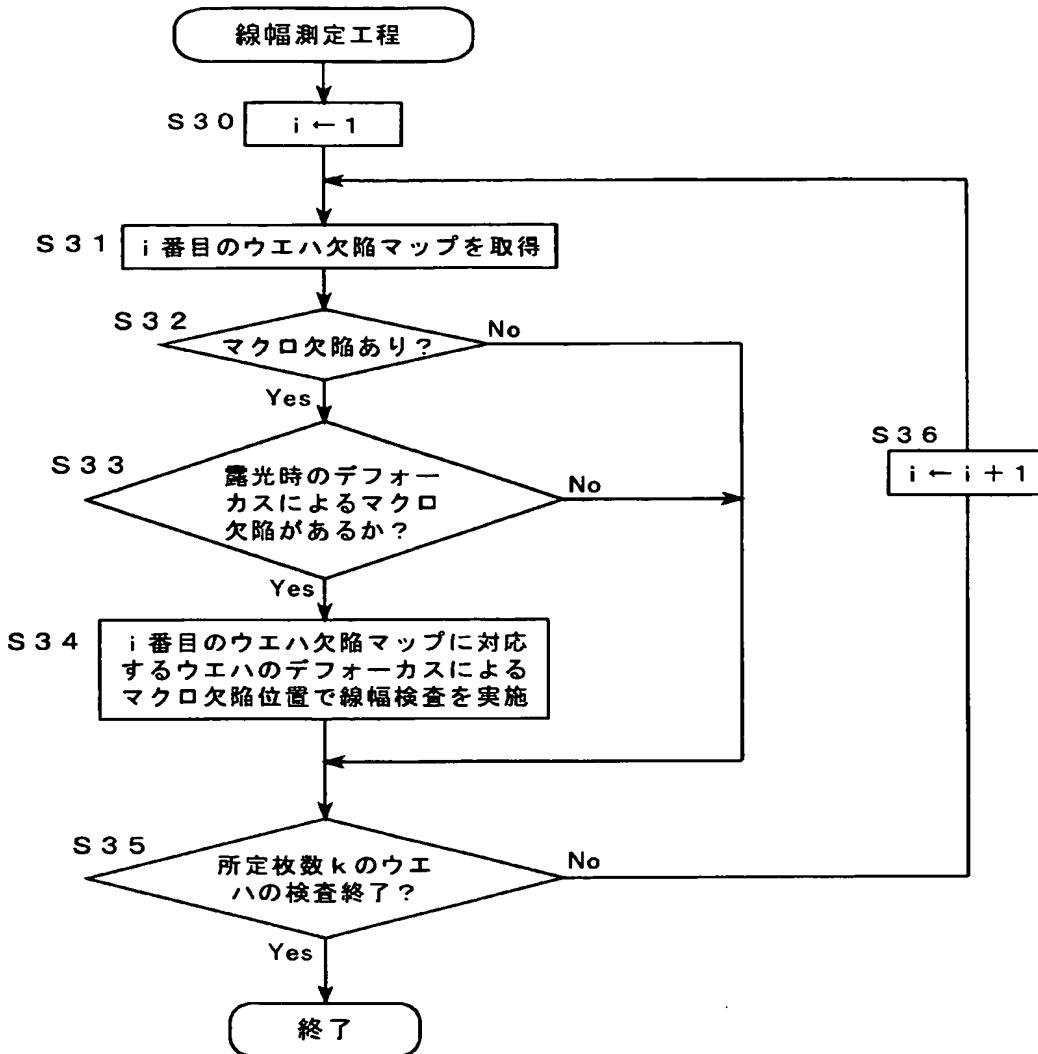
30(基板検査システム)



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被検査基板の広い領域を対象とした検査と狭い領域を対象とした検査とを効率良く運用できる基板検査システムを提供する。

【解決手段】 複数の被検査基板14(1)～14(n)それぞれに対するマクロ検査を実施して、それぞれの被検査基板の欠陥の有無情報を出力する第1の検査装置11と、第1の検査装置から出力された欠陥の有無情報を被検査基板ごとに記憶する記憶装置12と、被検査基板の所定の部分に対する検査を実施する第2の検査装置13とを備える。この第2の検査装置は、記憶装置に記憶された欠陥の有無情報を参照して、複数の被検査基板14(1)～14(n)のうち、欠陥の無い被検査基板で、検査を実施するものである。

【選択図】 図1

特願 2003-084741

出願人履歴情報

識別番号 [00004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏名 株式会社ニコン